UC-NRLF
$B 113 324

Gaylord

UEBER

DOPPELSTERNE

NACH DEN

AUF DER DORPATER STERNWARTE

MIT FRAUNHOFERS GROSSEM FERNROHRE

VON 1824 BIS 1837

ANGESTELLTEN MICROMETERMESSUNGEN.

BERICHT

AN

SE. EXCELLENZ

DEN

HERRN MINISTER DES OEFFENTLICHEN UNTERRICHTS UND PRAESIDENTEN DER KAIS. ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

GEHEIMENRATH v. OUVAROFF,

MITGLIED DES REICHSRATHS, RITTER MEHRERER HOHEN ORDEN U. S. W. U. S. W.

VOM

AKADEMIKER F. G. W. STRUVE,

DIRECTOR DER DORPATER STERNWARTE.

ST.-PETERSBURG,

GEDRUCKT BEI DER KAIS. ACADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

1837.

ASTRONOMY LIBRARY

Im Namen der Akademie gestattet den Druck

St.-Petersburg, d. 9 Febr. 1837. der beständige Secretair
Staatsrath P. H. Fuss.

QB821
S874
Astron.
Lib.

Hochgebietender Herr Minister und Präsident,
Gnädiger Herr!

Wenn auch keine erhebliche Erscheinung der wissenschaftlichen Literatur von Ew. Excellenz unbemerkt bleibt, so schenken Sie doch eine besondere Beachtung denjenigen Arbeiten, die von der Akademie der Wissenschaften und von den höheren Bildungsanstalten des Vaterlandes ausgehen, Arbeiten, zu denen Sie so vielfach aufgemuntert und angespornt haben, und ich darf es wagen Ihre Aufmerksamkeit auch für eine von mir vollendete astronomische Arbeit in Anspruch zu nehmen. Theilt sich das Gebiet der Wissenschaften in zwei Hauptfelder, deren eins die philologischen im weitesten Sinne, das andere die mathematischen und naturhistorischen Disciplinen umfasst: so weiss zwar Europa, dass Ihnen die Ersteren in so ferne näher stehen, als Sie selbst unter den Bearbeitern eine so

hohe Stelle einnehmen, aber die Geschichte der wissenschaftlichen Fortschreitung Russlands beweiset auf's bündigste, dass beide von Ihnen auf gleiche Weise gehegt und gefördert werden. Was zum Besten der Astronomie von unseres erhabenen Kaisers Gnade auf Ihre Fürsprache gewährt worden ist, das bezeugen Thatsachen, welche die Mitwelt freudig und staunend erkennt, weil sie Gleiches in der Geschichte der Wissenschaft nicht aufzufinden weiss. Der Astronomie blühet in Russland eine schöne Gegenwart, sie sieht einer schönern nahen Zukunft entgegen.

Aber diese Zukunft hängt nicht allein von dem ab, was höchste Huld so reichlich spendete, sondern auch davon, dass die gewährten Hülfsmittel auf eine würdige Weise in Anwendung gebracht werden. Unbedingt behaupte ich, es wird eine Aufgabe seyn, die der Besten Kräfte übersteigt, auf Pulkowa's Sternwarte Arbeiten zu liefern, welche in jeder Rücksicht den grossartigen Mitteln entsprechen, die dort zu Gebote stehn werden. Des Kaisers gnädiger Wille hat, auf Ew. Excellenz Vorstellung, mir die künftige Direction der neuen Sternwarte, die einen Mittelpunkt der astronomischen Thätigkeit in Russland abgeben soll, anvertraut. Zagend denke ich daran, dass ich nach kurzer Zeit die Dorpater Sternwarte und den, seit bald 25 Jahren, gewohnten Wirkungskreis an der Universität verlassen soll, um die neue Verpflichtung der Leitung der astro-

nomischen Arbeiten in Pulkowa zu übernehmen. Ich fühle die Schwäche eignen Vermögens und erkenne, dass es selbst den vereinigten Anstrengungen mehrerer unmöglich seyn wird, das Ziel zu erreichen, welches ihrem Geiste vorschweben muss. Ist dieser Gedanke auf einer Seite niederschlagend, so wird er von der andern aber auch wieder ermuthigen, und die Astronomen dazu anspornen, alles zu leisten, was in ihren Kräften steht. Aber auch Sie, hochverehrter Herr Minister, werden sich verwandter Besorgnisse nicht ganz überheben können. Gegen Ew. Excellenz habe ich daher eine heilige Verpflichtung, Ihnen zu beweisen, dass wenigstens mein Eifer ein reger ist, dass, in Bezug auf den Willen, Sie Ihr Vertrauen einem Manne zugewandt haben, der im Wirken für seine Wissenschaft des Lebens höchstes Ziel sieht. Wodurch kann ich aber Ihnen einen Beweis dieser meiner Gesinnung darlegen, wenn nicht dadurch, dass ich Ihnen eine vollständigere Rechenschaft überreiche, als bisher thunlich war, von dem, was ich in der vergangenen Zeit zu arbeiten bemüht gewesen bin?

Es ist Ew. Excellenz bekannt, dass die Beobachtungen der Doppelsterne seit geraumer Zeit ein Hauptgegenstand der astronomischen Thätigkeit der Dorpater Sternwarte sind. Als Sie, vor bald vier Jahren, unsere Universität mit Ihrem Besuche beehrten, erfreute sich auch die Sternwarte Ihrer wohlwollenden Aufmerksam-

keit. An Fraunhofers herrlichem Fernrohre haben Sie eine Nacht beobachtet, d. h. nicht nur durch dasselbe merkwürdige Gegenstände des Himmels betrachtet, sondern sich genau in Kenntniss gesetzt, wie der Astronom misst. Die Doppelsterne erregten Ihre lebhafte Theilnahme. Ich hatte die Ehre, Ihnen die Methode zu zeigen, wie mit dem Micrometerapparate des Refractors Entfernungen und Richtungen ermittelt werden, und Sie verschmähten es nicht, ein Schüler des Astronomen zu werden und selbst Messungen des Doppelsterns p im Schlangenträger auszuführen. Sie veranlassten mich Tags darauf einen Vortrag über den Standpunkt der Astronomie in Bezug auf die Doppelsterne mit Berücksichtigung der eigenen Arbeiten zu halten. Nur mangelhaft konnte dieser, so wie ein späterer Vortrag seyn, da ich mich noch inmitten einer Arbeit befand, deren Ergebnisse ich nur zum Theil übersehen konnte. Jetzt aber, nachdem eine, mit Fraunhofers Refractor vor 12 Jahren begonnene und ununterbrochen fortgesetzte Beobachtungsreihe geschlossen und durchgearbeitet ist, glaube ich Vollständigeres und Gründlicheres darbieten zu können. Diese Beobachtungsreihe ist die Grundlage eines grösseren Werkes für dessen Herausgabe ich der Akademie der Wissenschaften auf's tiefste verpflichtet bin. Durch Ew. Excellenz Fürsprache ist mir aber das Glück gewährt, dieses Werk unserem erhabenen Kaiser und

Herrn weihen, und so eine Gabe auf den Altar der Dankbarkeit niederlegen zu dürfen.

Vergönnen Sie es mir nunmehr, hochgebietender Herr Minister, Ihnen einen Bericht abzustatten, nach welchem Sie den Inhalt dieses Werkes übersehen können, und Ihnen mit demselben eine Rechenschaft des bedeutenderen Theils meiner astronomischen Thätigkeit auf der Dorpater Sternwarte zu überreichen.

Ich erlaube mir, der Vollständigkeit wegen, hier einige allgemeine, wenn gleich bekannte Sätze voraus zu senden.

1) Die Fixsterne sind Himmelskörper, die mit eigenem Lichte leuchten, d. h. Sonnen. Unsere Sonne, in eine etwas über drei Millionen Mal grössere Entfernung gerückt, würde so hell gesehen werden wie der Stern erster Grösse *Arcturus*. Die verschiedene Helligkeit, in der uns die Fixsterne erscheinen, hängt nun zwar auch von ihrer Grösse und leuchtenden Kraft ab; wird aber offenbar vorzugsweise durch die verschiedene Entfernung bedingt, in der sie sich von der Erde oder dem Sonnensystem befinden. Im Allgemeinen sind die helleren Sterne die uns näheren, und die schwächsten diejenigen, deren Entfernung von uns am grössten ist. Die Eintheilung der Fixsterne nach Ordnungen der Helligkeit ist bekannt. Sterne sechster Grösse werden noch mit dem unbewaffneten Auge gesehen, Sterne der zwölften

sind die schwächsten, welche ein mächtiges Fernrohr auf dem Himmelsgrunde entdecken lässt.

2) Schon das unbewaffnete Auge sieht an mehreren Stellen des Himmels einige Fixsterne so nahe an einander, dass es die einzelnen nur mit Mühe oder gar nicht erkennt. In der Nähe des hellsten Sterns der Leier sieht ein scharfes Auge einen Stern länglichter Form, in welchem es eine Vereinigung zweier Sterne ahndet. Diese Ahndung wird durch ein jedes kleine Fernrohr bestätigt, welches zwei Sterne ε und 5 der Leier erkennen lässt, die 3′ 27″ von einander abstehen. Wir können dieses Sternenpaar einen Doppelstern nennen. Gewöhnlich wird aber mit diesem Namen ein solcher Stern bezeichnet, von dem das unbewaffnete Auge denselben Eindruck empfängt, wie von jedem andern Stern, und welcher, erst durch bedeutende Fernröhre, sich als aus zwei Sternen zusammengesetzt darstellt. In diesem Sinne ist jeder der beiden genannten Sterne ε und 5 der Leier ein Doppelstern, weil in jedem zwei Sterne so nahe vereinigt sind, dass ihr Abstand nur ohngefähr 3″ beträgt, oder den 70sten Theil der Entfernung zwischen beiden Paaren.

3) Doppelsterne im engeren Sinne werden diejenigen genannt, in denen der scheinbare Abstand von einander 32″ übersteigt. Hieraus ergiebt sich sogleich, was unter dreifachen und vielfachen Sternen im en-

geren Sinne zu verstehen ist. Denken wir uns um einen Stern mit dem scheinbaren Halbmesser von 32″ einen Kreis am Himmelsgewölbe beschrieben; befinden sich nun innerhalb dieses Kreises noch zwei andere Sterne, so haben wir einen dreifachen Stern. Der hellere Stern eines solchen Sternsystems wird der Hauptstern, der schwächere der Begleiter genannt.

4) Der Ursprung der Doppelsterne kann ein zweifacher sein. Bei der grossen Zahl von Sternen, die auf dem Himmelsgrunde gesehen werden, wird es sich treffen, dass zwei Sterne, die sich in vielleicht sehr ungleicher Entfernung von der Erde befinden, nahezu dennoch in einerlei Richtung erscheinen. Sie bilden zufällig einen Doppelstern. Doppelsterne dieses Ursprungs nennen wir optische Doppelsterne; sie sind häufig aus einem helleren und einem weit schwächeren zusammengesetzt. Der helle Stern α in der Leier, erster Grösse, und sein 43″ abstehender, nur mit guten Fernröhren erkennbarer, Begleiter sind ein Beispiel dieser Art.

5) Wenn dagegen zwei Sonnen nicht nur in gleicher Richtung, sondern auch in nahezu gleicher Entfernung von der Erde sich befinden, so müssen wir annehmen, dass ihr Zusammensein ein nicht blos scheinbares ist; dass, wenn die Gesetze der Anziehung auch für sie gelten, sie bei dieser gegenseitigen

Nähe nicht ohne Einwirkung auf einander sind; dass sie ein System bilden, in welchem eine Wechselwirkung statt findet, die derjenigen analog ist, welche zwischen unserer Sonne und jedem Planeten obwaltet; dass ähnliche Bewegungen, wie zwischen diesen, dort zwischen zweien, oder auch mehreren Sonnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt sich zeigen werden. Wir nennen diese Doppelsterne mit Recht physische Doppelsterne.

6) Die astronomische Wichtigkeit der Doppelsterne beiderlei Art leuchtet bald ein. In einem optischen Doppelsterne muss sich die scheinbare Stellung der beiden Sterne gegen einander ändern, so wie die Erde, bei ihrer Bewegung um die Sonne, einen anderen Standpunkt im Weltraum einnimmt, und zwar desto merklicher, je näher der eine, je entfernter der andere ist. Wir haben daher in den Stellungsveränderungen der optischen Doppelsterne ein Hülfsmittel, und zwar das geeignetste, um die Parallaxe des nähern Sterns, d.h. um die Entfernung desselben vom Sonnensystem zu erforschen. Schon *Gallilei* machte hierauf aufmerksam; *Herschel* der ältere erneuerte den Vorschlag, die Doppelsterne zur Bestimmung der Entfernung der Fixsterne anzuwenden; bisher aber ist er noch nicht mit Erfolg in Ausführung gebracht worden.

7) Von noch höherer Bedeutsamkeit sind aber die physischen Doppelsterne. Sind zwei Sonnen durch Anziehung verbunden, so müssen Bewegungen in geschlossenen krummen Linien da sein. Die frühere Astronomie kannte solche Bewegungen nur im Sonnensystem. Die Doppelsterne zeigen sie uns in der unermesslichen Ferne der Fixsterne. Beobachten wir diese Bewegungen, so müssen ihre Gesetze uns kund werden. Wenn *Newton*'s Gravitationsgesetze die erhabenste Entdeckung sind, die der menschliche Verstand im Laufe von Jahrtausenden gemacht hat, so sind wir jetzt nahe daran bestimmen zu können, ob diese Gesetze nur dem Sonnensystem, oder dem Weltall gehören, und die Astronomie erwartet eine neue Epoche, die sich dadurch kund geben wird, dass die Mechanik des Himmels nicht auf die Erscheinungen im Sonnensystem beschränkt, sondern zur Untersuchung der Bewegungen in der Fixsternwelt angewandt werden wird.

Hierauf lässt sich nun angeben, was in Bezug auf Doppelsterne von Seiten der beobachtenden Astronomie zu leisten ist, welche Data sie zu liefern hat.

Zuerst muss nachgesucht werden, welche Doppelsterne an der Himmelskugel es giebt. Eine vollständige Erschöpfung des Materials ist aber unmöglich, weil dasselbe unendlich ist; es muss daher innerhalb bestimmter Grenzen bearbeitet werden. Ein stärkeres Fernrohr wird

sowohl mehr optische Doppelsterne erkennen lassen, denn ein schwächeres, als auch mehr physische zeigen, weil es nähere Sterne zu trennen vermag. Man wird daher die Aufsuchung der Doppelsterne in dreifacher Rücksicht begrenzen müssen; erstlich, in Bezug auf die Hauptsterne, so dass kleinere Sterne als von einer bestimmten Ordnung nicht untersucht werden; zweitens, in Bezug auf die Grösse der Begleiter, so dass man festsetzt, welche Begleiter noch beachtet werden sollen; drittens, in Bezug auf die scheinbare Entfernung zwischen den Sternen. Bei, unter sich scheinbar näheren Sternen müssen schwächere Begleiter, bei grösseren Entfernungen, nur hellere beachtet werden. Vorzüglich wichtig ist es, die engsten Doppelsterne durch Anwendung der kräftigsten Vergrösserung zu erkennen, weil in diesen, der Erfahrung und der Theorie nach, die merkwürdigsten Bewegungen vorgehen. Hiermit sind die Bedingungen einer vorläufigen Katalogisirung ausgesprochen, die solche Data der Beschreibung und über die Oerter der Doppelsterne darbieten muss, dass jeder aufgefunden und als der beschriebene erkannt werden kann.

Zweitens müssen die genauen Oerter aller Hauptsterne der katalogisirten Doppelsterne durch Beobachtungen an den Meridianinstrumenten ermittelt werden, um eine Grundlage zu geben, nach welcher in der Zukunft die eigenthümliche fortschreitende Bewegung eines jeden an der Himmelskugel bestimmt werden könne, sei es nun,

dass dieselbe nur dem Hauptstern, oder diesem und dem Begleiter zukomme.

Drittens sind an den optischen Doppelsternen, wenn es gelingt solche mit Sicherheit herauszuerkennen, Beobachtungen über die Parallaxe anzustellen, d. h. es muss die gegenseitige Stellung derselben mit höchster Genauigkeit, wenigstens während der Periode eines Jahres, so oft als möglich untersucht werden.

An allen gefundenen Doppelsternen, unter denen gewiss eine bedeutende Zahl physischer sein wird, sind viertens solche Beobachtungen zu machen, dass zunächst für eine Epoche die scheinbare Entfernung und Richtung des Begleiters in Bezug auf den Hauptstern mit Genauigkeit bestimmt sei. Eine Vergleichung dieser Stellung mit späteren Beobachtungen wird die relativen Bewegungen der Sterne erkennen lassen, oft vielleicht erst nach Jahrhunderten. Bei manchen Sternen erfolgt aber die Aenderung der Stellung so rasch, dass sie nach Zwischenzeiten von wenig Monaten erkannt werden kann. Es ist daher die Messung aller Doppelsterne eines Katalogs nach nicht gar langer Zwischenzeit vollständig zu wiederholen, und die Messung derjenigen, in welchen sich raschere Bewegungen zeigen, wenigstens alljährig zu erneuern.

Endlich sind fünftens Beobachtungen über den Glanz oder die Helligkeit und über die Farben der Sterne anzustellen. Erstere werden vielleicht zur Erkennung

eines periodischen Lichtwechsels führen, wie derselbe bei mehrern einfachen Fixsternen bekannt ist; letztere werden vorzüglich zur vollständigern Beantwortung der Frage dienen, in wie weit diese Farben nur im Urtheil des Beobachters begründet sind, oder den Sternen eigenthümlich angehören.

Als ich, bei meiner Anstellung als Astronom an der Dorpater Sternwarte im Jahre 1813, die vorhandenen Instrumente untersuchte, fanden sich zwei, mit denen ich mir Hoffnung machen konnte der Wissenschaft nützliche Arbeiten zu liefern, ein achtfüssiges Durchgangsinstrument von *Dollond*, mit einem Objectiv von $4\frac{1}{2}$ engl. Zoll Oeffnung, und ein fünffüssiges bewegliches Fernrohr von *Troughton*, mit $3\frac{1}{2}$ zolligem Objective. Mein erstes Geschäft war, das grössere Instrument im Meridiane aufzustellen. Bei der Beobachtung einiger kulminirenden Doppelsterne war ich überrascht ihre Begleiter zu erkennen, ohngeachtet die Sterne, nach *Herschel*'s Angabe, zu den schwierigeren gehörten. So erkannte ich die Güte des Fernrohrs und ward in meinem schon früher gefassten Plane, die Doppelsterne zu verfolgen, bestärkt. So viel ich wusste, beschäftigte sich damals kein Astronom mit diesen Sternen; und ich konnte hoffen, dass eine Vergleichung eigner neuerer Beobachtungen, mit denen, die Sir *W. Herschel* um die Jahre 1780 und 1800 herum angestellt hatte, zu wichtigen Ergebnissen führen würde. Freilich waren meine Hülfsmittel nur unvollkommen.

Das Durchgangsinstrument konnte für die absolute Ortsbestimmung nur einseitige Werthe der geraden Aufsteigungen geben. Für die relative Stellung bot es nur Unterschiede der Aufsteigung dar, und Schätzungen über die Richtungen. Das bewegliche Fernrohr wurde von mir mit einem Mikrometer versehen, durch welches ich nur Richtungen erhalten konnte. Es mangelte ihm ein Apparat zur Messung der scheinbaren Entfernungen. Indess gewährten beide Instrumente zusammengenommen doch für eine gewisse Art der Doppelsterne vollständige Relationen. Aber ein grosses Hinderniss war, dass das bewegliche Fernrohr einer parallactischen Aufstellung ermangelte, und also zur Aufsuchung der Sterne und zur Ausführung der Richtungsmessungen eine unverhältnissmässige Zeit verwandt werden musste. Dennoch gaben diese Instrumente bald einige wichtige Resultate. Schon im Jahre 1814 bemerkte ich den Fortgang der von Sir *W. Herschel* angezeigten Bewegungen der Begleiter des *Castor*'s und von η in der *Cassiopeia;* und zwischen 1818 und 1820 erkannte ich den, seit 1780, fast vollendeten Umlauf von p im Schlangenträger und ξ im grossen Bären, so wie andere Ergebnisse, welche im zweiten Bande der Dorpater Beobachtungen niedergelegt sind. Ausserdem aber hatten diese Arbeiten mich mit dem Gegenstande vertraut gemacht und mich vorbereitet, die spätern vollkommneren Hülfsmittel zweckmässig in Anwendung zu bringen. Im Jahre 1821 ward das *Troughton-*

sche Fernrohr mit einem vortrefflichen Fadenmikrometer von *Fraunhofer* versehen, wodurch jetzt genaue Messungen der Distanzen möglich wurden. Im Jahre 1822 kam der Meridiankreis von *Reichenbach*, und nun liessen sich vollständige Ortsbestimmungen der Gestirne durch Meridianbeobachtungen in der Vollkommenheit ausführen, wie die jetzige Astronomie sie heischt. Endlich kam im Jahre 1824 *Fraunhofer*'s Meisterwerk, der grosse Refractor, nach Dorpat, und somit war die Sternwarte auf eine Weise ausgerüstet, dass sie keiner nachstand, ja dass sie durch den Refractor, in Bezug auf die Arbeiten über Doppelsterne, allen andern Sternwarten überlegen war. Jetzt konnte und musste ein umfassenderer gründlicher Plan für diese Arbeiten entworfen werden.

Ich werde jetzt die auf der Dorpater Sternwarte in Bezug auf die Doppelsterne ausgeführten Arbeiten nach der oben angegebenen Uebersicht der zu machenden durchgehen, wobei ich frühere und gleichzeitige Arbeiten anderer Astronomen, deren hohes Verdienst ich vollkommen anerkenne, nur bei eigenen Veranlassungen erwähnen werde, um die Grenzen dieses Berichts nicht zu überschreiten.

Katalogisirung der Doppelsterne. Schon im Jahre 1820 entwarf ich einen Katalog aller bis dahin bekannten Doppelsterne. Für eine bedeutende Zahl *Herschel*'scher Sterne gab dieser Katalog zum erstenmale die

genäherten Oerter nach Aufsteigungen und Abweichungen. Viele Sterne, von *Lalande* und andern, auch von mir selbst, als doppelte entdeckt, waren zu den *Herschel*'schen hinzugekommen. Der Katalog enthält 795 Doppelsterne aller Art, von denen gegen 500, Doppelsterne im engern Sinne sind. Nach Ankunft des grossen Refractors unternahm ich es, die allgemeine Kenntniss der Doppelsterne zu erweitern und fing eine Durchmusterung aller Sterne bis jenseits der achten Grösse an, die sich vom Nordpol bis auf den 15ten Grad der südlichen Abweichung, also auf gegen zwei Drittel der ganzen Himmelskugel erstreckte. Die in Dorpat unsichtbare Umgegend des Südpols, und eine Zone von 16° Breite, die sich nur am Horizonte zeigt, bearbeitet jetzt Sir *John Herschel* am Vorgebirge der guten Hoffnung. Mit Hülfe des Suchers wurden die Sterne bis zur achten Grösse ins Feld des Refractors gebracht, und so, nach und nach, in einem Zeitraume von 2½ Jahren, ungefähr 120000 Sterne einzeln gemustert, unter denen sich 3112 doppelte im engeren Sinne fanden. Von diesen waren nur 340 in den *Herschel*'schen Verzeichnissen und überhaupt 447 in meinem früheren Kataloge. Der im Jahre 1827 herausgegebene neue Katalog enthält die genäherten Oerter der 3112 Doppelsterne an der Himmelskugel und eine, auf Schätzung beruhende Beschreibung und Klassification derselben. In der Einleitung des Katalogs wagte ich einige allgemeine Folgerungen aufzustellen.

Ortsbestimmung der Doppelsterne nach gerader Aufsteigung und Abweichnng. Die Ortsbestimmung der Doppelsterne mit dem Meridiankreise begann 1822. Ich setzte sie bis 1826 fort, dann übernahm sie Herr Observator *Preuss*. Soll jeder der 3000 Doppelsterne vier Mal bestimmt werden, zwei Mal in jeglicher Lage des Kreises, so sind 12000 Meridianbeobachtungen erforderlich. Von diesen sind bis heute über 10000 gemacht, und so ist das Ziel dieser Arbeit nahe, in Bezug auf das Material, welches die Beobachtung zu liefern hat. Aber mehrjährige Berechnungen werden erforderlich sein, um aus den Beobachtungen erst die scheinbaren, und aus diesen, die mittleren Oerter der Sterne, für eine bestimmte Epoche abzuleiten. Erst, nachdem diese vollendet sind, wird auf die Mikrometermessungen, die jetzt erscheinen, ein zweites Werk folgen, welches die genauen absoluten Positionen der Hauptsterne aller meiner Sternenpaare enthalten soll.

Mikrometermessung der Doppelsterne. An eine getrennte Behandlung der optischen und der physischen Doppelsterne konnte nicht gedacht werden, da die Sonderung dieser beiden Klassen erst durch die Messungen selbst weiter geführt werden musste. Gleichartig bearbeitete ich daher alle Doppelsterne, um für jeden einzelnen die gegenseitige Stellung, durch Entfernung und Richtung, für eine oder für mehrere Epochen zu ermitteln. Diese Beobachtungen sind das eigentliche Material des Werkes, über

welches ich hier berichte, und umfassen einen Zeitraum von mehr als 23 Jahren, von welchen, während 11 Jahre mit den kleineren unvollkommneren Instrumenten, während 12 Jahre mit dem *Fraunhofer*'schen Fernrohr gearbeitet ist.

In der ersten Periode sind mit den Meridianinstrumenten 2800 Unterschiede der geraden Aufsteigungen, und mit dem beweglichen Fernrohre 694 Richtungen und 306 Entfernungen der Doppelsterne gemessen. Diese Messungen sind in den sechs ersten Bänden der Dorpater Beobachtungen zerstreut. Zu mittleren Resultaten habe ich sie jetzt zusammengestellt, und so dem neuen Werke in einem eignen Anhange beigefügt, welcher die gegenseitigen Stellungen von 405 Doppelsternen nach diesem Material enthält. Wenn nun gleich die späteren, weit vollkommneren Messungen sich wieder mit denselben Sternen beschäftigten, und genauere Bestimmungen gaben, so bleibt doch dieser Arbeit ihr eigenthümlicher Werth, da sie, einer früheren Epoche angehörig, durch Vergleichung mit den neuesten Messungen, zur Erkennung von Veränderungen führen muss.

Als ich im Jahre 1827 den neuen Katalog vollendete, hatte ich mich schon während drei Jahre mit der Ausmessung der früher bekannten und einiger neu entdeckten Doppelsterne beschäftigt. Jetzt lag die grosse Unternehmung vor mir, diese Messungen auf alle Sterne meines Katalogs auszudehnen. Ich hielt es für nothwendig, durch eine etwas engere Begrenzung des Katalogs, diese Arbeit zu fördern,

um den wichtigeren Gegenständen mehr Sorgfalt widmen zu können. Daher wurden 492 Sterne von der Messung ausgeschlossen, und es blieben 2620 übrig. Aber einige andere Sterne kamen wieder hinzu, erstlich, 22 neu entdeckte Doppelsterne, dann 55 helle Doppelsterne in weiterm Sinne, von 32″ bis 7′ Entfernung, und 13 Sterne, die dadurch merkwürdig sind, dass der Hauptstern eine bedeutende eigne Bewegung hat. So sind also 2710 Doppelsterne der Gegenstand meiner Messungen gewesen. Wollte ich jeden auch nur an 3 verschiedenen Tagen beobachten, so waren schon über 8000 Mikrometermessungen erforderlich. Aber vieler Sterne Beobachtungen mussten fast alljährlich wiederholt werden. Der Stern p im Schlangenträger ist 54 Mal, ξ im grossen Bären 38 Mal und γ in der Jungfrau 46 Mal gemessen worden, und die Zahl aller Messungen ist so, bis zum Anfange des Jahres 1837, auf 11050 gestiegen. Bei dieser Zählung wird als zu einer einzigen Messung gehörig angesehen, alles was an demselben Tage über einen bestimmten Stern in Bezug auf Entfernung, Richtung und Eigenthümlichkeit, wenn auch mehrfach wiederholt, beobachtet wurde. Um diese Messungen zu vollenden, habe ich 12 Jahre gebraucht. Da manche andere Arbeiten einen Theil meiner Thätigkeit für sich in Anspruch nahmen, so musste ich alle Kräfte aufbieten, um in dieser Zeit nur fertig zu werden. Wir haben etwa 120 Beobachtungsnächte jedes Jahr, von denen aber nur 80 für Mikrometermessungen

mit starken Vergrösserungen sich eignen. Hochgerechnet, gewährt eine Nacht, die günstigen Tagesstunden mitgenommen, im Mittel etwa die Messung von 25 Sternen, und so lassen sich in einem Jahre ohngefähr 2000 Messungen zusammen bringen. Wirklich habe ich im Jahre 1831 nicht weniger als 2169 Messungen gemacht. Aber die ersten Jahre gaben der zeitraubenden Musterung und der von mir ausgeführten Gradmessung wegen, nur geringe Ausbeute. In den letzten Jahren ward die Zahl der Messungen immer kleiner, weil nur einzelne, gewöhnlich sehr schwierige Gegenstände, die ein Zusammentreffen der günstigsten Umstände forderten, für die Bearbeitung übrig blieben.

Auf die vollendete Arbeit sehe ich aber jetzt mit freudiger Befriedigung zurück, dankbar gegen des Allmächtigen Vorsehung, die mir des Körpers und des Geistes Kraft dazu geschenkt, und des Auges ungeschwächte Schärfe erhalten hat.

Wollte ich die mit dem grossen Fernrohr ausgeführten Mikrometermessungen, in ihrer ursprünglichen Form, durch den Druck bekannt machen, so würde das Werk einen mehr als vierfachen Umfang erhalten. Ich zog daher, ohne die Genauigkeit der Angaben zu beeinträchtigen, die Messung eines Sterns für jeden Tag in eine halbe Zeile zusammen, und so liess sich der Text des Werkes auf 80 Bogen zusammendrängen. Schon Sir *W. Herschel* hat die Doppelsterne innerhalb 32″ der

Distanz in vier Klassen getheilt. Die Reichhaltigkeit des Materials veranlasste mich acht Ordnungen einzuführen, deren erste diejenigen Sterne enthält, in welchen die Entfernung nur einen Bruch der Secunde beträgt, während die letzte die Sterne von 24″ bis 32″ Abstand umfasst. Nach diesen Ordnungen sind die Sterne zusammengestellt in der Folge, wie sie durch den Meridian gehen, aber in zwei Unterabtheilungen. Die erste Abtheilung jeder Ordnung enthält die hellen Doppelsterne, in welchen der Begleiter nicht kleiner, als von der achten Grösse ist; die zweite Abtheilung die übrigen. Diese Eintheilung in Ordnungen und Unterordnungen gewährte den Vortheil, dass Gleichartiges zusammengestellt wurde; ein wesentliches Verfahren, wenn man in die Gesetze der Erscheinungen eindringen will. Der Text des Werkes enthält also in seinem ersten Hauptstücke funfzehn Abtheilungen der acht Ordnungen, in einer sechzehnten die sehr kleinen Doppelsterne, in einer siebenzehnten diejenigen helleren Sterne, die zwar im Kataloge vorkommen, aber doch bei genauerer Messung als etwas über 32″ von einander abstehend, erkannt wurden, und acht Supplemente. Das zweite Hauptstück des Textes liefert drei Anhänge. Zwei derselben geben die Mikrometermessungen der Sterne von 32″ bis 7′ Distanz, ein dritter eine wiederholte Messung der merkwürdigsten Doppelsterne, an denen grösstentheils Veränderungen, entweder schon früher, oder während meiner Bearbeitung erkannt

waren. Das dritte Hauptstück giebt die Uebersicht der Messungen, die von 1814 bis 1824 mit den kleineren Instrumenten ausgeführt sind; und das vierte endlich, die zur Auffindung der Messungen eines jeden Sternes erforderlichen *Indices*.

Dem Texte geht auf vierzig Bogen, eine funfzehn Kapitel umfassende Einleitung voraus. In derselben wollte ich zuerst diejenigen Erfahrungen niederlegen, welche ich, durch eine zwölfjährige Anwendung, über den Gebrauch des Instruments gesammelt hatte, so wie die Methoden, nach denen ich beobachtete. Ich glaubte hierdurch der Wissenschaft einen Dienst zu erweisen, weil eine Zeit gekommen ist, in der schon jetzt, oder bald, auf mehreren Sternwarten, mit ähnlichen mächtigen Fernröhren gearbeitet werden kann.

Zweitens aber hielt ich es für nothwendig, die Genauigkeit der von mir gegebenen Messungen einer strengen Prüfung zu unterwerfen. Wenn keine, auf immer gleiche Weise nachtheilig wirkenden Fehlerquellen vorhanden sind, so lässt sich aus der Uebereinstimmung wiederholter Messungen, deren Genauigkeit beurtheilen. Ich habe die Mühe nicht gescheut, gegen 10000 Entfernungen und eben so viel Richtungen, also im Ganzen gegen 20000 Werthe mit den verschiedenen Mitteln zu vergleichen, und auf diese Weise den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Distanz oder Richtung und der Mittel aus mehreren Messungen für alle Abtheilungen

gefunden. Für's Mittel aus drei Messungen, ist bei den hellen nahen Doppelsternen der wahrscheinliche Fehler einer Distanz ohngefähr $\frac{5}{100}$ der Secunde, der Richtung nur $\frac{1}{100}$ bis $\frac{2}{100}$. Bei den entferntesten Doppelsternen ist derselbe in beiden Beziehungen nahezu gleich und etwa $\frac{5}{100}$ der Secunde. Mit zunehmender Schwäche des Begleiters wachsen die wahrscheinlichen Fehler, erreichen aber doch selten $\frac{1}{10}$ Secunde und steigen nur in sehr wenig Fällen, wenn die Begleiter mit Mühe erkannt werden, bis auf $\frac{2}{10}$. Die hohe Genauigkeit der Messungen unter günstigen Umständen, ist eine Folge der mechanischen Vollendung des Mikrometers, die nichts zu wünschen übrig lässt, und der durch ein Uhrwerk dem Fernrohr gegebenen Bewegung, wodurch es ohne Zuthun des Beobachters den Sternen folgt. Der Astronom beobachtet, als wenn die Sterne stille ständen, und kann nun durch Anwendung der stärksten Vergrösserungen von der optischen Kraft des Fernrohrs den ganzen Vortheil ziehen. Versuche haben mich gelehrt, dass bei einer fast tausendfachen Vergrösserung der hundertste Theil einer Secunde noch eine sichtbare Grösse ist. Dass die Messungen nur höchst selten bis auf diese Grenze genau sind, ist vorzüglich der störenden Einwirkung der Luft zuzuschreiben, welche immer grösser wird, je näher der Stern zum Horizonte steht, und überhaupt den Gebrauch der stärksten Vergrösserungen beschränkt. Wie manche helle Nacht bleibt nicht für die Messung ganz unbenutzt,

wenn die Zerstreuung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre uns, statt feiner Punkte oder scharf begrenzter kleiner Scheiben, in den Sternen zerflossene nebelartige Massen zeigt. Ich hatte es mir daher zur Regel gemacht, nur dann zu messen, wann eine ohngefähr dreihundertfache Vergrösserung noch mit Erfolg angewandt werden konnte. Mit dieser wurden die leichteren Doppelsterne beobachtet; mit immer steigender Vergrösserung bis nahe an eine tausendfache, die schwierigeren.

Es war aber nun noch der wichtigere und schwerere Theil der Untersuchung der Genauigkeit meiner Messungen übrig, ob sie nämlich nicht noch constanten Fehlern unterworfen sind. Die Uebereinstimmung der, seit 15 Jahren von verschiedenen Astronomen des Festlandes und Englands gemessenen Richtungen der Doppelsterne sprach deutlich aus, dass bei diesen Richtungen keine Fehlerquelle der Art von irgend einer Erheblichkeit vorhanden ist. Die Einfachheit der Messungsart liess dies erwarten. Anders zeigte es sich aber in Bezug auf die Abstände. Die Messung des scheinbaren Abstandes zwischen zwei Sternen mit dem Fadenmikrometer ist der Art, dass theils unter gewissen Umständen eine optische Störung möglich ist, theils das Urtheil gefährdet wird, weil die Operation keine einfache ist. Wir besitzen von früheren mit dem Filarmikrometer angestellten Messungen sechs Reihen: die meinige mit dem kleineren Fernrohre ausgeführte, vier Reihen von Sir *J. Herschel* und

Sir *J. South* und eine von *Dawes*. Vergleichen wir die in diesen Reihen oft gleichzeitig, oder nach kurzen Zeiträumen gegebenen Abstände derselben Sterne, so finden sich erhebliche Unterschiede. Noch grösser sind die Unterschiede, wenn wir diese Messungen mit den Ergebnissen des *Fraunhofer*'schen Refractors zusammenstellen, dessen Entfernungen im Mittel kleiner als alle früheren sind. Ich habe nun zuerst die mittleren Unterschiede dieser Reihen, so wie der, aus den Messungen am *Dollond*'schen Mittagsrohr in Dorpat erhaltenen Entfernungen, von meinen neuesten Messungen am Refractor bestimmt, und so alle diese Messungen wenigstens unter sich vergleichbar gemacht. Ich weise sodann nach, dass die Unterschiede der am Mittagsrohr erhaltenen Abstände von denen des Refractors genau so sind, wie sie aus einer für die Beobachtung der Durchgänge der Doppelsterne nothwendig störenden Ursache sein müssen. Hierauf zeige ich, dass die in England gemessenen Entfernungen sich mit der Zeit immer mehr den Resultaten nähern, die der Refractor giebt; offenbar eine Folge, dass eine früher gebrauchte, unvollkommene Messungsmethode späterhin mit einer bessern vertauscht wurde. Da ich nun ferner nachweisen kann, dass das Fadenmikrometer alle Distanzen, zumal bei nahen Sternen, aus einer auf Erfahrung begründeten Störung des deutlichen Sehens, zu gross geben muss, und zwar um so mehr, je geringer die Kraft des Fernrohrs ist: so folgere ich, dass in der all-

mähligen Annäherung aller andern Messungen an die meinigen, und in dem Umstande, dass diese die kleinsten Entfernungen geben, ein gedoppelter Grund vorhanden ist, meine Messungen für die genaueren zu halten, wenn auch noch nicht für absolut richtige. Wenn aber dieselbe störende Ursache auch noch auf die Distanzen des Refractors einwirkt, obgleich, wegen der überwiegenden optischen Kraft, in einem geringern Masse, so müssen auch meine Distanzen eher zu gross, als zu klein sein. Indess war noch eine Beobachtungsreihe mit meinen Messungen zu vergleichen. Im Jahre 1830 hatte ich mit *Bessel* in Königsberg verabredet, mehrere Sterne gemeinschaftlich zu bearbeiten. Ihm stand das prachtvolle Heliometer zu Gebot, welches eine Zierde der Königsberger Sternwarte ist. Das Prinzip der Messung mit diesem Instrumente ist gänzlich von dem des Filarmikrometers verschieden. Die Uebereinstimmung der, von beiden Beobachtern gleichzeitig gefundenen Distanzen hätte einen kräftigen Beweis ihrer Richtigkeit gegeben. Es fand sich aber aus der Vergleichung der beiderseitigen Abstände von 39 Sternen, dass die Dorpater im Mittel um 0″,19 kleiner sind, als die Königsberger. Wenn ich dreist behaupten konnte, das Dorpater Fernrohr sei allen früher angewandten Instrumenten, in Bezug auf Eignung für die Distanzmessung, so weit überlegen, dass die Nichtübereinstimmung der Resultate eine Unvollkommenheit der früheren Arbeiten anzeigt: so muss ich dem Königsberger Heliometer, wenn

es auch an optischer Stärke beträchtlich hinter dem Dorpater Fernrohr zurücksteht, doch als Messapparat eine eben so hohe Stellung einräumen. Beobachtungen mit demselben, von einem *Bessel* gemacht, mussten das grösste Gewicht haben. War also ein Unterschied, wenn auch nur klein, und wie ich zeige, einem Gesetze folgend vorhanden, so musste noch irgendwo eine Fehlerquelle verborgen sein. Mir lag es demnach ob, meine Messungen einer neuen Prüfung zu unterwerfen. Ich habe dies auf eine, wie ich hoffe, allen Zweifel hebende Weise gethan. Durch Aussteckung von weissen runden Marken auf dunklem Grunde, erzeugte ich künstliche Doppelsterne. Die linearischen Entfernungen der Markenpaare von einander und vom Fernrohr, bestimmten die zu berechnenden wahren Werthe der Winkelabstände der künstlichen Sternpaare, welche nun mit dem Mikrometer des Fernrohrs gemessen wurden. Aus der Vergleichung der beobachteten Distanzen mit den nachher berechneten, ergaben sich die Fehler der Beobachtungen. Diese, viele Zeit und Mühe kostenden Untersuchungen, die an sechszehn künstlichen Sternenpaaren verschiedener Entfernungen, von gleichen und ungleichen Durchmessern, angestellt sind, führten nun zu dem erfreulichen Resultate, dass die, mit dem Dorpater Instrumente gemessenen Distanzen von 1″ bis 16″ alle richtig sind, indem die mittlere Correction derselben sich nur auf $\frac{1}{111}$″ negativ beläuft, und also auf keine Weise eine positive ist, wie die Königs-

berger Messungen zu fordern schienen. Für grössere Entfernungen, von 32″ an, war die Richtigkeit meiner Distanzmessungen schon früher entschieden. Auch verschwanden bei Distanzen, die nahe an 32″ sind, fast alle constanten Differenzen unter den verschiedenen Beobachtungsreihen. Bei Entfernungen, die kleiner als 0″,8 sind, hört die eigentliche Messung auf, und eine blosse Schätzung derselben tritt ein. Dass auch diese Schätzung in der Regel bis auf 0″,1 genau ist, haben andere Versuche mit künstlichen sehr nahen Doppelsternen gelehrt. Auf ähnliche Weise habe ich die Zuverlässigkeit der vom Refractor gegebenen Richtungen geprüft, und auch für sie die befriedigendsten Resultate erhalten. Es mag vielleicht als Mikrologie erscheinen, dass ein so kleiner Unterschied von $\frac{1}{4}$ Sekunde zu einer Untersuchung Veranlassung gab, deren Vollendung Monate erforderte. Aber der meisten Doppelsterne scheinbare Entfernungen betragen nur wenig Sekunden, bei vielen ist sie nur ein Sekundenbruch; und so ist $\frac{1}{4}$ Sekunde eine bedeutende Grösse, der, wenn die Parallaxe der Sterne, wie wahrscheinlich ist, kaum $\frac{1}{10}$ Sekunde beträgt, eine linearische Ausdehnung entspricht, die den Durchmesser der Erdbahn übertrifft.

Es ist den astronomischen Beobachtungen eigenthümlich, dass die Wissenschaft erst in der Zukunft den wahren Nutzen von ihnen gewinnt, wenn sie mit erneuerten, gewöhnlich noch vollkommneren Beobachtungen vergli-

chen werden können. Da alles in der Astronomie darauf ankommt, Bewegungen zu erkennen, so kann es sein, dass, wenn diese sehr langsam erfolgen, manche Beobachtung erst nach Jahrhunderten fruchttragend wird. Wo aber die Veränderungen rasch geschehen, da kann auch eine, nur wenige Jahre umfassende Beobachtungsreihe zu Entdeckungen führen; und solche Entdeckungen werden in reicherem Masse gelingen, wenn in der Vergangenheit schon eine analoge Beobachtungsreihe vorhanden ist. Für die Doppelsterne besitzen wir diejenigen Messungen, die vor 55 bis 35 Jahren von Sir *W. Herschel*, dem Gründer dieses Theils der Astronomie des Fixsternhimmels, angestellt wurden. Sie sind das Fundament unserer jetzigen Kenntnisse, welche sich von Jahr zu Jahr durch neues Material erweitern und vervollkommnen.

Ich habe es versucht, auch jetzt schon aus meinen Messungen einige, sowohl allgemeine, als besondere Resultate zu ziehen, und jene in der Einleitung, diese im Texte des Werkes selbst zu verzeichnen. Vergönnen Sie mir, hochgebietender Herr Minister, auch hierüber noch einiges zu berichten, und Sie so vielleicht in etwas zu entschädigen für die weniger ansprechenden Betrachtungen, mit denen ich Sie bisher zu unterhalten wagte.

Nehmen wir die Sterne sechster Grösse, als auf der Grenze des Gesichtskreises des unbewaffneten Auges liegend an, so lässt sich aus der Anzahl dieser Sterne, verglichen mit der in den hellern Grössenklassen, folgern,

dass die Sterne sechster Grösse ohngefähr acht Mal so weit von uns entfernt sind, als die Sterne erster Grösse. Durchs Fernrohr wird der Radius unseres Gesichtskreises desto mehr erweitert, je grösser seine Lichtstärke und die aus dieser folgende raumdurchdringende Kraft ist. Wie weit der Gesichtskreis durch *Fraunhofer*'s Refractor ausgedehnt wird, kann gefragt werden. Das Fernrohr ist eine Erweiterung des Auges, und fasst um so viel Mal mehr Lichtstrahlen auf, als die Fläche des Objectivs grösser ist, wie die der Pupille. Berücksichtigt man den Verlust an Licht, der beim Durchgange durch die mehrfachen Gläser statt findet, so ergiebt sich für unser Fernrohr, dass durch dasselbe dem Auge von einem Objecte eine über 1700 Mal grössere Lichtmenge zugeführt wird, als es ohne Bewaffnung empfängt. Hieraus folgt, dass ein Stern aus einer mehr als vierzigfachen Entfernung, im Fernrohr eben so hell erscheinen muss, als dem unbewaffneten Auge aus der einfachen, und dass die Sterne zwölfter Grösse, die auf der Grenze des Gesichtskreises unseres Fernrohrs liegen, ohngefähr 40 Mal so weit entfernt sind, als die Sterne sechster Grösse, oder 320 Mal so weit, als die der ersten. Wir können hieraus ferner schliessen, dass die Sterne bis zur achten Grösse alle nahezu innerhalb einer Kugeloberfläche liegen, deren Radius etwa 30 Weiten der Sterne erster Grösse beträgt, und dass daher meine Aufsuchung der

Doppelsterne sich in Bezug auf die Hauptsterne bis zu dieser Entfernung vom Sonnensysteme erstreckte.

Wenn einst die Photometrie der Fixsterne, zu der die Arbeiten und Erfindungen *Steinheil's* den Weg gebahnt haben, weiter durchgeführt sein wird, wenn die grosse, sich auf den Fixsternhimmel beziehende Kartenarbeit der Berliner Akademie vollendet sein wird: dann kann die Astronomie aus der Vergleichung der Anzahl der Sterne und ihrer Helligkeit nach den verschiedenen Grössenklassen noch wichtige Folgerungen ziehen. Sie wird dann auch ein sehr merkwürdiges Phänomen, das des Wechsels der Helligkeiten bei mehreren Sternen, häufiger kennen lernen, und viel genauer untersuchen können, als bisher. Bis jetzt kennt man ohngefähr zwanzig veränderliche Sterne, von denen *o* im Wallfische, mit Recht der wunderbare, *Mira Ceti* genannt, der merkwürdigste ist, indem sein Licht von der zweiten Grösse bis zum Verschwinden für gewöhnliche Fernröhre wechselt. Die wahrscheinliche Erklärung solches Wechsels, der in den meisten Fällen eine genaue Periode befolgt, findet sich in einer Achsendrehung des Sterns, wodurch derselbe uns bald eine hellere, bald eine weniger glänzende Seite zuwendet. Bei meinen Messungen habe ich nun auch den scheinbaren Grössen, d. h. den Helligkeiten der Doppelsterne eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und dieselben jedes Mal durch Schätzung zu bestimmen gesucht. Der Umstand, dass die beiden ver-

bundenen Sterne sehr häufig von gleicher Helligkeit sind, erleichtert bei den Doppelsternen die Erkennung des Lichtwechsels, indem in einem solchen Falle es sich ereignen kann, dass entweder bald der eine, bald der andere Stern heller gesehen wird; oder dass bald eine völlige Gleichheit des Lichts, bald ein erheblicher Unterschied bemerkt wird. Ich habe 28 Doppelsterne nachgewiesen, bei welchen ein relativer Lichtwechsel, entweder ganz entschieden, oder höchst wahrscheinlich statt findet. Unter ihnen ist der merkwürdigste, γ in der Jungfrau, der aus zwei Sternen dritter Grösse besteht, bei welchen der Vorrang der Helligkeit, den der eine während mehrerer Jahre behauptet hatte, nachher auf den anderen überging. Ausserdem habe ich 43 Doppelsterne aufgestellt, bei welchen ein Lichtwechsel zu vermuthen ist. So ist uns eine wesentliche Bereicherung der Kenntniss der veränderlichen Sterne geworden. Aber wichtig ist die Folgerung, dass wir durch diesen Lichtwechsel der Doppelsterne auf eine Achsendrehung dieser Sonnen geführt werden, und so eine neue Analogie dieser Systeme mehrfacher Sonnen mit unserm Planetensysteme aufgefunden haben.

So wie an den Fixsternen Verschiedenheit der Helligkeit sich findet, so bemerkt man an ihnen auch einen Unterschied in den Farben. Die Farben der Doppelsterne hat vorzüglich der ältere *Herschel* beachtet. Auch ich habe fast bei jeder Beobachtung die Farben der einzelnen

Sterne angegeben, wenn nicht der Begleiter zu schwach war, um eine Farbe erkennen zu lassen. Bis zur neunten Grösse spricht sich die Farbe der Sterne gewöhnlich aus, und an *Mira Ceti* habe ich selbst im schwächsten Lichte noch die rothe Farbe erkennen können. Eine sorgfältige Untersuchung der hellen Doppelsterne lehrt nun, dass ausser dem reinen Weiss, alle Farben des Spectrums vorkommen, dass aber der Hauptstern, wenn er nicht weiss ist, sich im Allgemeinen dem rothen Ende des Spectrums nähert, der Begleiter dem blauen. Dies ist aber kein ausnahmloses Gesetz. Im Gegentheil, der Fall, dass beide Sterne einerlei Farbe haben, ist bei weitem der häufigere. Ich finde nämlich unter 596 hellen Doppelsternen:

375 Sternpaare von gleicher und gleich tiefer Farbe;
101 „ „ gleicher und ungleich tiefer Farbe;
120 „ „ gänzlich verschiedenen Farben.

Unter den Sternen von einerlei Farbe sind die weissen am häufigsten. Von den 476 gleichgefärbten Sternpaaren finde ich nämlich:

295 Paare, in welchen beide Sterne weiss sind;
118 „ „ „ gelb oder röthlich;
63 „ „ „ bläulich sind.

Man sieht hieraus, dass die röthlichen Sterne doppelt so häufig sind, als die bläulichen, die weissen aber 2½ Mal so zahlreich als die röthlichen. Ein blauer oder bläulicher Begleiter findet sich:

53 Mal mit einem weissen Hauptsterne vereinigt;
52 „ „ hellgelben Hauptsterne vereinigt;
52 „ „ gelben oder rothen Hauptsterne,
16 „ „ grünen Hauptsterne vereinigt.

Dass diese blaue Farbe nicht bloss subjectiv ist, d. h. nicht einzig durch das Gelb des Hauptsterns im Urtheile des Beobachters hervorgerufen wird, ergiebt sich daraus, dass ein blauer Begleiter eben so häufig bei einem weissen als bei einem tiefgelben Sterne gesehen ist; dass ferner bei gelben Sternen, nicht selten auch gelbe Begleiter vorkommen, und zwar mitunter von tieferem Gelb, als das des Hauptsterns. Purpurfarbene Begleiter habe ich 13 gefunden. Merkwürdig ist ferner das Ergebniss, dass in der Regel ein grosser Unterschied in der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. Es musste mir endlich wichtig sein zu untersuchen, ob diese aus eigner Erfahrung gezogenen Resultate auch in den Beobachtungen eine Bestätigung finden, die Sir *W. Herschel* über die Farben der Sterne gemacht hatte. Es kam darauf an, meine Farben mit den *Herschel*'schen zu vergleichen. Diese Vergleichung habe ich bei 98 helleren Doppelsternen vorgenommen, und dadurch den merkwürdigen Satz gefunden, dass *Herschel* alle Sterne etwas röther gesehen hat als ich. Dieser Unterschied erklärt sich aus dem Material unserer Instrumente. Der Metallspiegel des Reflectors gab bei *Herschel* allen Objecten eine röthliche Tinte, die in guten Refractoren nicht

vorkommt. Rechnet man aber diese constante Differenz ab, so ist die Uebereinstimmung der von *Herschel* und mir an den Sternen gesehenen Farben fast vollkommen. Um so merkwürdiger sind ein Paar auffallende Ausnahmen, welche γ im Löwen und γ im Delphin darbieten. Beide Doppelsterne müssen zu *Herschel*'s Zeit, wenn nicht ein Versehen in der Angabe vorhanden ist, aus ganz weissen Sternen zusammengesetzt gewesen sein. Jetzt ist in γ *Leonis* der eine goldgelb, der andere rothgrün, in γ *Delphini* der eine goldgelb, der andere grünlich blau. Es ist hier also ein Farbenwechsel sehr wahrscheinlich, dem entgegengeseszt, den bekanntlich *Sirius* dargeboten hat, der im Alterthume nicht nur von Dichtern *rubra canicula*, sondern auch vom Astronomen *Ptolemaeus* und von *Seneca* roth genannt wird, und jetzt völlig weiss erscheint.

Eine Hauptaufgabe war es mir, die optischen und physischen Doppelsterne von einander zu sichten. Es leuchtet ein, dass, wenn das Zusammensein zweier Sterne nach einerlei Richtung nur zufällig ist, es desto häufiger vorkommen muss, je weiter wir die Grenze des Abstands setzen. Da sich nun aber ausweiset, dass in der achten Ordnung von 24″ bis 32″ Abstand die Zahl der hellen Doppelsterne geringer ist, als in der ersten Ordnung von 0″ bis 1″, während sie nicht weniger als 448 Mal hätte grösser sein müssen, wenn alle Doppelsterne optische sind: so liegt es nahe, wie ich mit Hülfe der Wahr-

scheinlichkeitsrechnung zur Aufstellung folgender wichtigen Sätze gelangte.

1) Von 653 hellen Doppelsternen aller acht Ordnungen bis auf 32″ Abstand, sind wenigstens 605 physische und nur 48 optische, so dass also auf einen optischen 13 physische kommen.
2) Die 178 hellen Doppelsterne der ersten und zweiten Ordnung bis zur Entfernung von zwei Sekunden, sind ohne Ausnahme alle physische.
3) Von 2″ bis 8″ Abstand sind unter 263 Doppelsternen 260 physische und nur 3 optische anzunehmen.
4) Von 8″ bis 16″ Abstand sind unter 106 Doppelsternen der Wahrscheinlichkeit nach 97 physische und 9 optische.
5) Von 16″ bis 32″ Abstand finden wir unter 106 Doppelsternen 70 physische und 36 optische.

Was nun diejenigen Sternenpaare betrifft, in welchen hellere Sterne mit schwachen Begleitern zusammenstehen, so ergiebt sich, dass wenn man die Begleiter, welche kleiner als von der zehnten Grösse sind, ausschliesst, und die Entfernungen mit 12″ begrenzt, dann selbst unter diesen Sternen die physischen Doppelsterne noch bei weitem die Mehrzahl ausmachen. Unter 612 solchen Paaren sind 483 für physische Doppelsterne zu halten, und in den beiden ersten Ordnungen fast alle. So wie wir aber die Grenze der Entfernung weiter hinausrücken, und zugleich die schwächeren Begleiter

beachten, so wächst die Wahrscheinlichkeit, dass ein Sternenpaar nur zufällig zusammenstehe, ungemein, und es ist anzunehmen, dass von 16″ bis 32″ Abstand, wenn der Begleiter kleiner als von der zehnten Grösse ist, die Mehrzahl der Doppelsterne zu den optischen gehöre. Auf der andern Seite sind unter den helleren Paaren gewiss noch Verbindungen anzunehmen, wenn die Entfernung auch 32″ weit übersteigt. Hierüber habe ich mich schon im Jahre 1827 bei der Herausgabe meines Catalogs ausgesprochen. Ueberhaupt behandelte ich damals schon diesen ganzen Gegenstand nach denselben Grundsätzen. Aber das Material war ein unvollkommenes. Jetzt beruht alles auf genauen Messungen der Abstände und wiederholten Schätzungen der Helligkeiten, und so ist die neue Untersuchung eine bei weitem fester begründete und umfassendere.

Unter den in meinem Werke bearbeiteten Sternen, giebt es nun auch mehrfach zusammengesetzte Sterne. Es finden sich eilf helle dreifache Sterne, in welchen keiner der drei Sterne unter der achten Grösse ist. Unter diesen sind zwei vierfache. Dreifache und mehrfache Sterne, in welchen wenigstens einer der Begleiter kleiner als von der achten Grösse ist, habe ich 57 angegeben. Ausserdem gebe ich noch ein Verzeichniss von 59 dreifachen oder vielfachen Sternen im weiteren Sinne, in welchen man neben zwei Sternen von höchstens 32″ Abstand, noch einen dritten oder mehrere innerhalb der

Entfernung von 80″ erblickt. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lässt sich ebenfalls auf solche Verbindungen anwenden. Ich habe bewiesen, dass jene eilf vielfachen hellen Sterne, vielleicht alle, wenigstens zehn von ihnen Systeme bilden, in welchen drei oder mehr Sonnen durch Anziehung verbunden sind, und also um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt sich bewegen müssen. Auch unter den übrigen 57 dreifachen Sternen im engeren Sinne müssen noch einige Systeme anzutreffen sein.

Die bisherigen Betrachtungen lehren, dass im Allgemeinen unter den näher zusammenstehenden hellen Doppelsternen, die physischen bei weitem die häufigeren sind, dass aber, unter den weiter von einander abstehenden aus ungleichen Sternen zusammengesetzten Paaren, viele optische Doppelsterne sein werden. Wichtig ist es nun die Methoden anzugeben, nach welchen für einen einzelnen Fall entschieden werden kann, zu welcher Gattung ein Doppelstern gehört. Ein Hauptmerkmal bietet hier die eigene Bewegung der Fixsterne dar, durch welche sie in verschiedener Richtung und Geschwindigkeit am Himmel fortrücken. Zeigt es sich, dass dem Begleiter dieselbe Bewegung zukommt, wie dem Hauptstern, dass also beide gemeinschaftlich fortwandern, so ist ihre Verbindung entschieden. Der Stern 61 im Schwan gab das erste auffallende Beispiel dieser Art, das vor mehr als zwanzig Jahren von *Piazzi* und *Bessel* erkannt wurde. Die beiden in diesem Paare vereinigten

Sterne sechster Grösse sind seit 1690 jährlich um 5″ zusammen fortgerückt, und haben also in 150 Jahren um mehr als 12 Minuten, d. h. beinahe um einen scheinbaren Radius des Mondes, ihre Stellung unter den benachbarten Fixsternen geändert. In neuester Zeit hat *Argelander* die Kenntniss der eignen Bewegung der Fixsterne erweitert und vervollkommnet. Sein Katalog von 560 Fixsternen mit eigner Bewegung, deren Betrag aus der Vergleichung seiner eignen in *Abo* angestellten Beobachtungen, vorzüglich mit den aus *Bradley*'s Messungen von *Bessel* abgeleiteten Oertern ermittelt ist, hat mich veranlasst, die eigne Bewegung für die Untersuchung der Doppelsterne aufs neue in Anwendung zu bringen. Ich finde in diesem Werke die Bewegungen der Hauptsterne von 53 Doppelsternen meines Katalogs. Bei 41 Sternen ist diese Bewegung hinreichend gross und sicher bestimmt, um durch Vergleichung der *Herschel*'schen Stellungen mit den neuesten oder dieser unter sich zu entscheiden, ob die Bewegung beiden Sternen gemeinschaftlich ist, oder nicht. Das Resultat ist, dass unter 41 Sternen von 0″ bis 32″ Entfernung, bei 40 derselben die eigne Bewegung des Hauptsterns auch dem Begleiter zukommt, wodurch die physische Verbindung derselben entschieden ist, und dass nur der einzige Stern δ im Füllen sich aus der eignen Bewegung des Hauptsterns, die dem Begleiter nicht zukommt, als optischer Doppelstern kund gegeben hat. Es muss hierbei beachtet wer-

den, dass unter diesen 40 physischen Doppelsternen auch solche sind, in welchen zum Hauptstern sehr schwache Begleiter gepaart erscheinen, z. B. ξ im *Perseus* und 5 in der Schlange, deren Nebensterne nur fünfter Grösse sind. Die von mir in den Anhängen über die Doppelsterne grösserer Entfernung angestellten Messungen gaben Veranlassung, die Untersuchung der eignen Bewegungen noch weiter auszudehnen. Ich finde 27 Sternenpaare von 32″ bis 7′ Abstand, für welche *Argelander*'s Katalog die Bewegung des Hauptsterns enthält. Es ergiebt sich, dass 13 Paare ohne Zweifel physisch verbunden, dass neun Paare optische Doppelsterne sind und dass sich über fünf Paare noch nicht mit hinlänglicher Sicherheit entscheiden lässt. Unter diesen Doppelsternen im weiteren Sinne, ist 40 des *Eridanus* der merkwürdigste, da seine jährliche eigene Bewegung von 4″ beinahe so gross ist, als die von 61 im Schwan. Diese gehört aber nicht allein dem Hauptstern vierter Grösse, sondern mit Bestimmtheit auch dem kleinen, 83″ abstehenden Begleiter von der neunten Grösse, der also mit jenem zu einem Systeme verbunden ist. Auf ähnliche Weise gehört zum hellen Doppelstern *Castor* höchst wahrscheinlich noch ein dritter Stern zehnter Grösse, der 73″ von ihm absteht, und so zeigt sich uns ein System zweier grosser näherer Sonnen und einer dritten, die 15 Mal so weit absteht und der Helligkeit nach zu urtheilen, einen 20 bis 30 Mal kleineren Durchmesser hat.

Unter den neun entschiedenen optischen Doppelsternen dieser Gattung sind die wichtigsten:

α in der Leier, 1ter Gr. u. sein Begl. $10\frac{1}{2}^{r}$ Gr. von 43″ Abstand,
α im Adler, 1 „ „ 10 „ $2\frac{1}{2}'$ „
Pollux, 2 „ „ 11 „ $3\frac{1}{2}'$ „
α im Stier, 1 „ „ 11 „ 2′ „

Der erste dieser Sterne, α der Leier, ist der hellste Stern der nördlichen Halbkugel und eignet sich hiernach vorzüglich zur Untersuchung der Parallaxe, um so mehr, da er bei seinem grossen Abstande vom Aequator für uns Bewohner des Nordens nie untergeht, und zu jeder Jahreszeit in grosser Höhe über dem Horizonte bei Nacht beobachtet werden kann. Als ich noch mit der Ausmessung der Doppelsterne des Katalogs vollauf zu thun hatte, konnte ich einem einzelnen Sterne nicht so viel Zeit widmen, ihn während eines ganzen Jahres unausgesetzt zu verfolgen, wie zur Erforschung der Parallaxe nöthig ist. Erst seit dem Julius des vorigen Jahres wandte ich dem Stern α *Lyrae* eine besondere Aufmerksamkeit zu, um die Parallaxe desselben näher zu ergründen. Wer die Geschichte der Bemühungen der Astronomen für die Bestimmung der Entfernung der Fixsterne kennt, weiss, dass bei fast allen bisherigen Versuchen sich bedeutende Zweifel gegen die zur Auffindung der Parallaxe angewandten Methoden erheben lassen, woraus denn auch die so abweichenden Resultate erklärlich sind. Gegen die Methode, die Parallaxe aus der veränderlichen Stellung zu

ermitteln, die der Hauptstern gegen den, mit ihm nicht zu einem System verbundenen kleinen Begleiter hat, lässt sich keine Einwendung machen, als etwa die, dass doch möglicher Weise der kleine Stern der Erde näher seyn könne, als der Hauptstern. Möglich ist dies, aber gewiss bei α in der Leyer so unwahrscheinlich, dass der Einwand als verschwindend angesehen werden kann, da dem Begleiter seiner Helligkeit nach, eine über 100 Mal grössere Distanz zukommt. Meine Beobachtungen geben nun für 17 Tage die Entfernung und Richtung zwischen den beiden Sternen an, aus welchen die Rechnung durch 34 Gleichungen, die ich nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelt habe, eine Parallaxe des Hauptsterns von 0″,125 oder $\frac{1}{8}$ Secunde mit dem wahrscheinlichen Fehler 0″,055 oder $\frac{1}{18}$ Secunde ergeben hat. Dies Resultat ist ein sehr wichtiges. Es zeigt, dass die Parallaxe auf jeden Fall nur einen kleinen Bruch der Secunde beträgt, und dass die Bestimmungen *Piazzi*'s, *Calandrelli*'s und *Brinkley*'s, welche der Parallaxe von *α Lyrae* einen Werth von mehreren Secunden zuschreiben, falsch sind. Auf der andern Seite ist ein bestimmter Werth der Parallaxe aus meinen Beobachtungen hervorgegangen, der, wenn auch klein, doch bedeutend grösser ist, als die Ungewissheit, welche der Wahrscheinlichkeit nach an ihm haftet. Die Bestätigung desselben ist aus einer Fortsetzung dieser Beobachtungen zu erwarten. Bis dahin kann ich diesen Werth noch nicht als frei von allem Zweifel an-

sehen. Auf jeden Fall hoffe ich aber nach ein Paar Jahren die Fehlergrenze der Parallaxe von *α Lyrae* so zusammenzuziehen, dass es sich mit Bestimmtheit ergiebt, ob sie wirklich nahezu ½ Secunde beträgt, oder wie nahe zu Null hin wir sie wenigstens annehmen müssen. Der angegebenen Parallaxe entspricht nun eine Entfernung des Leiersterns von über 1¼ Millionen Sonnenweiten (Entfernungen der Erde von der Sonne). Ist sie einigermaassen richtig, so ist ein Schritt geschehen, die Entfernungen in der Fixsternwelt nicht mehr nach einem blos hypothetischen Maasstabe zu messen. Da *α Lyrae* zu den helleren Sternen der ersten Grösse gehört, so würden wir vorläufig, bis mehrere Parallaxen bestimmt sind, die mittlere Entfernung der Sterne erster Grösse etwas beträchtlicher anzunehmen haben, also auf zwei Millionen Sonnenweiten setzen. Hiernach würden wir ferner die Entfernungen der Sterne in den verschiedenen Ordnungen der Helligkeit nach Sonnenweiten schätzen können, und die Grenze des Gesichtskreises des unbewaffneten Auges, oder die Entfernung der Sterne sechster Grösse, auf 16 Millionen Sonnenweiten, die Grenze des Gesichtskreises des *Fraunhofer*'schen Refractors, oder die Entfernung der Sterne zwölfter Grösse, auf 640 Millionen Sonnenweiten annehmen. Alle Doppelsterne meines Katalogs bis zur achten Grösse, würden innerhalb einer Kugel sich befinden, deren Mittelpunkt die Sonne

einnimmt, und deren Radius jenseits 60 Millionen Sonnenweiten hinausreicht.

Die wichtigsten Ergebnisse meiner Messungen beziehen sich aber endlich auf die Veränderungen in den gegenseitigen Stellungen der Doppelsterne, in so fern sie aus der Bewegung derselben in ihren Bahnen hervorgehen. Ich zeige, dass aus Vergleichung meiner Messungen unter sich und mit denen des älteren *Herschel*'s, bis jetzt erkannt sind:

58 Doppelsterne, in denen eine Stellungsveränderung gewiss ist,
39 „ in welchen sie wahrscheinlich ist,
66 „ in denen eine Aenderung angedeutet ist.

Dass diese Veränderungen nicht einzig zufälligen eignen Bewegungen, sondern vorzugsweise der Wechselwirkung der Sterne auf einander zuzuschreiben, also eine Folge ihrer physischen Verbindung sind, schliesst sich schon daraus, dass die Mehrzahl der Veränderungen, namentlich 48 unter den 58 gewissen, sich bei den Abtheilungen der hellen Doppelsterne findet, und dass unter diesen auch die unter sich nähern mehr Veränderungen zeigen, als die entfernteren. Ja, die genaue Betrachtung dieses letzten Umstandes führt zu einem wichtigen allgemeinen Satz, der sich so aussprechen lässt:

„Die Eintheilung der Doppelsterne in Ordnungen nach der scheinbaren Entfernung zwischen ihnen, ist eine nicht blos auf dem Umstande begründete,

dass Gegenstände unter desto kleineren Winkeln gesehen werden, je entfernter sie sind. Es sind vielmehr im Allgemeinen die Doppelsterne erster Ordnung innerhalb 1″ des Abstandes, in geringerer linearischer Entfernung von einander, als die der nächsten Ordnung u. s. w. Ihre gegenseitige Anziehung ist eine stärkere, sie zeigen daher raschere Bewegungen und kürzere Umlaufszeiten.

Savary, *Encke*, *Herschel II* und *Mädler* haben sich mit der Berechnung der wahren Bahnen einiger Doppelsterne aus den bisherigen Beobachtungen erfolgreich beschäftigt, indem sie die Gültigkeit der *Kepler*'schen Gesetze bei deren Bewegungen voraussetzten. Von vier Doppelsternen sind die Umlaufszeiten schon sehr genau bekannt, weil sie in der Zwischenzeit zwischen *Herschel*'s Messungen und den neuesten einen Umlauf völlig oder nahezu vollendet haben; für drei andere Sternenpaare kennt man die Umlaufszeit aus dem bisher beobachteten Theile der Bahn mit ziemlicher Sicherheit.

Diese Sternensysteme sind:

η	in der Krone,	Umlaufszeit	43 Jahre
ζ	im Krebs,	„	56 „
ξ	im grossen Bären,	„	60 „
p	im Schlangenträger,	„	80 „
σ	in der Krone	„	200 „
Castor		„	215 „
γ	in der Jungfrau	„	513 „

Es ist merkwürdig, dass hier Sonnen um Sonnen in einer kürzeren Zeit kreisen, als der Planet *Uranus* gebraucht, seinen Umlauf um unsern Centralkörper zu vollbringen. Wir müssen hieraus schliessen, dass entweder diese Sonnen näher an einander sind, als *Uranus* zu unserer Sonne, oder dass die gemeinschaftliche Masse solcher zwei sich rasch umkreisenden Sonnen bedeutend grösser ist, als die Masse der unsrigen. Diese Beobachtung lässt sich etwas genauer erörtern und wird dann zu deutlichern Begriffen führen. Unter den Bahnen der Doppelsterne scheint die von ξ im grossen Bären nach der letzten Rechnung von *Mädler* am genauesten bestimmt zu sein. Wäre die Parallaxe dieses Sterns, und hiemit seine Entfernung von der Erde bekannt, so liesse sich zu den übrigen Elementen der Bahn auch noch die linearische Ausdehnung der Ellipse hinzufügen. Nahe liegt es nun, die Entfernung nach der früheren Angabe zu schätzen, dass ein Stern erster Grösse zwei Millionen Sonnenweiten von uns abliegt. ξ im Bären ist nämlich ein Stern vierter Grösse, für den wir also die Entfernung zu 7¼ Millionen Sonnenweiten annehmen können. Unter dieser freilich nur hypothetischen, aber nicht willkührlichen Annahme, lässt sich nun, wenn wir noch in Betracht ziehen, dass wir das Verhältniss der Grössen und Massen dieser Sterne aus dem ihrer scheinbaren Helligkeiten beurtheilen können, folgende Beschreibung dieses Doppelsterns machen:

In ξ im grossen Bären sind zwei Sonnen durch Anziehung zu einem Systeme verbunden, deren Masse 117 und 42 Mal, also zusammen 159 Mal, so gross ist, als die unserer Sonne. Nehmen wir für diese Körper eine gleiche Dichtigkeit an, wie die unserer Sonne, so sind die Durchmesser derselben $4\frac{3}{16}$ und $3\frac{1}{4}$ Mal grösser als der Sonnendurchmesser. Sie umkreisen sich in einer elliptischen Bahn in einem Zeitraum von $60\frac{1}{2}$ Jahren. In dieser Bahn ist ihre mittlere Entfernung gleich $83\frac{1}{2}$ Abständen der Erde oder fast $4\frac{1}{2}$ Abständen des *Uranus* von unserer Sonne. Der kleinste Abstand in der elliptischen Bahn ist 50, der grösste 117 Halbmessern der Erdbahn gleich. Die Neigung der Ebene, worin sich diese Himmelskörper bewegen, gegen die von der Erde an ihren Ort gezogene Gesichtslinie ist 37° 45′. Die den angegebenen Grössen und der Entfernung von der Erde entsprechenden scheinbaren Durchmesser dieser beiden Sterne sind $\frac{1}{100}''$ und $\frac{1}{182}''$. Wenn wir daher dieselben in unsern besten Fernröhren unter einem Winkel von nahezu einer halben Secunde sehen, so muss dieser grosse scheinbare Durchmesser der Zerstreuung des Lichts in der Atmosphäre, im Instrumente und im Auge zugeschrieben werden.

Unter den 7 obigen Umlaufszeiten ist die des Sterns η in der Krone von 43 Jahren die kürzeste. Es findet

sich auch, dass dieser Stern derjenige ist unter den sieben, in welchem die Sterne am engsten zusammenstehen, da ihre scheinbare Entfernung, auch wenn sie am grössten ist, wohl nur wenig eine Secunde übertrifft. Viele andere Doppelsterne stehen aber noch näher zusammen. Es lässt sich daher vermuthen, dass bei einigen derselben noch kürzere Umlaufszeiten statt finden. Eine Andeutung solcher, sehr kurzen Umlaufszeiten findet sich bei mehreren Sternen. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass für ζ im *Herkules* die Periode nur 14 Jahre beträgt, und für 42 in der Krone ist sie vielleicht noch geringer. Nach einigen Jahrhunderten wird die Astronomie reich an Kenntnissen dieser Art sein, zu denen ich in meinem Werke glaube die Grundlage gegeben zu haben.

Die sehr kurzen Umlaufszeiten sind bei den genannten Doppelsternen durch auffallend rasche Veränderungen in der gegenseitigen Stellung angezeigt worden. Aber auch bei grösseren Perioden können in kurzer Zeit auffallende Veränderungen eintreten, wenn die Bahnen sehr excentrisch sind. Es sei mir nun noch zum Schluss vergönnt, einige der merkwürdigsten Beobachtungen dieser Art hier aufzuführen.

Schon in meinem Kataloge von 1827 erwähne ich 15 Sterne, welche grösstentheils von Sir *W. Herschel* als doppelt erkannt waren, die ich als dreifache gesehen habe, indem sich der eine Stern wiederum zerlegte. Ich schrieb dies mit Recht der grösseren optischen Stärke

und der Schärfe des Dorpater Fernrohrs zu, obgleich es nicht unmöglich ist, dass einer oder der andere dieser nähern Begleiter deswegen von *Herschel* nicht gesehen wurde, weil er auf seiner Bahn um den Hauptstern so stand, dass beide Sterne sich deckten. Dieses Phänomen der Bedeckung eines Fixsterns durch den andern hatte *Herschel* in so weit an zwei Sternen, ζ im Herkules und δ im Schwan bemerkt, dass er deren um 1780 gesehenen Begleiter 20 Jahre später nicht wieder fand. Erst mir gelang es seit 1825 das Vorhendensein dieser Begleiter, aber in veränderter Stellung wieder nachzuweisen. Auf gleiche Art, wie ich *Herschel*'sche Sterne zerlegte, habe ich nun während der Mikrometermessungen, 20 Sterne meines eignen Katalogs wieder aufgelöst, und dadurch die Zahl der allerengsten Doppelsterne noch vermehrt. Dass auch diese neue Auflösung vorzüglich den günstigeren Umständen und den angewandten stärkeren Vergrösserungen zuzuschreiben sei, ist keinem Zweifel unterworfen; aber bei einigen Sternen lässt sich vermuthen, dass sie nur deswegen erst später getrennt wurden, weil sie wirklich weiter von einander abgerückt sind. Ein sehr merkwürdiges Beispiel dieser Art bietet der Stern τ im Schlangenträger dar. *Herschel* hatte ihn schon doppelt gesehen. In der Vorrede meines Katalogs von 1827 bekannte ich, dieser Stern sei der einzige *Herschel*'sche, an welchem die Kraft des Dorpater Fernrohrs so zu sagen scheitere. Da die bewunderungswürdige Zuverlässigkeit

aller von Sir *W. Herschel* gemachten Beobachtungen vielfach bewährt ist, so hatte ich keinen Grund bei diesem Stern einen Irrthum von seiner Seite anzunehmen und hielt es für geeignet denselben sorgfältig während eines längeren Zeitraums zu verfolgen. Schon im Jahre 1827 zeigte das Fernrohr an dem Stern, der zwei Jahre früher völlig rund gewesen war, eine kleine Abweichung der Form, im Jahre 1835 war über die längliche Form desselben kein Zweifel übrig, und 1836 erkannte ich zwei getrennte, an Helligkeit verschiedene Sterne, die freilich so nahe an einander standen, dass eine mächtige Vergrösserung zu ihrer Erkennung erforderlich war. Es ist leicht einzusehen, dass das Phänomen der Bedeckung der beiden, den Doppelstern bildenden Sonnen für uns Erdbewohner dann vorzüglich eintreten muss, wenn die Ebene der Bahn, worin ihre Bewegung geschieht, nahezu gegen die Erde gerichtet ist, so dass wir so zu sagen auf die Schärfe derselben blicken. Meine Beobachtungen stellen nun die, aus einer solchen Lage der Bahn und aus der Bewegung in derselben folgenden Phänomene in dreifacher Form dar:

1) Es sind Sterne, die früher doppelt gesehen wurden, so nahe zusammengerückt, dass sie kaum noch als länglich zu erkennen sind, oder gänzlich einfach erscheinen. Beispiele geben die Sterne *Atlas* der *Pleiaden*, η im Herkules, ω im Löwen, γ in der Krone, γ in der Jungfrau und Nummer 2173 mei-

nes Katalogs. Unter diesen Sternen ist der vorletzte dadurch merkwürdig, dass er trotz seiner grossen Umlaufszeit von 500 Jahren, wegen der starken Excentricität jetzt eine so ausserordentliche Winkelgeschwindigkeit angenommen hat, dass die Richtung der Sterne sich in den letzten zwei Jahren 1834 bis 1836 um nicht weniger als 80°, und überhaupt seit 1822 um mehr als 130° änderte, wobei die Entfernung von 3″ bis auf $\frac{3}{10}$″ abnahm, und der Stern, der schon vor mehr als hundert Jahren mit schwachen Fernröhren als doppelt erkannt war, jetzt nur noch mit Mühe, in den grössten Fernröhren als zweifach gesehen wird. Sir *J. Herschel* meldet vom Vorgebirge der guten Hoffnung, der Stern erscheine jetzt einfach. In Dorpat und Berlin ist er indess mit den Münchner Refractoren noch immer als länglich erkannt worden.

2) Es sind Sterne, die früher einfach waren, doppelt geworden, wovon der schon oben erwähnte τ im Schlangenträger das auffallendste Beispiel gegeben und ε im Füllen ein zweites. Andere Sterne rücken auffallend auseinander, so 44 im *Bootes* und mehrere.

3) Es hat eine Verbindung beider Phänomene statt gefunden. Hiervon kann ich zwei sehr merkwürdige Fälle anführen. ζ *Herculis* hat in sechs Jahren das gänzliche Verschwinden des Begleiters und sein Wiedererscheinen auf der andern Seite des Haupt-

sterns gezeigt. Der Stern 42 im Haupthaar der *Berenice* war 1827 bis 1829 doppelt aus zwei, nur wenig an Grösse verschiedenen Sternen. Im Jahre 1833 war er einfach, denn selbst mit tausendfacher Vergrösserung sah ich keine Abweichung von der Kreisform. Aber 1835 war der Stern schon wieder länglich, und 1836 zeigten sich zwei getrennte Sterne. Vermuthlich ist aber der Begleiter nicht auf der entgegengesetzten Seite hervorgetreten, sondern nach acht Jahren schon in seine frühere Stellung zurückgekehrt. Es ist indess schwer, hierüber jetzt schon mit Sicherheit zu bestimmen, da die Sterne an Helligkeit so wenig von einander verschieden sind, und es auch möglich ist, dass bei ihnen ein Lichtwechsel statt findet.

Ew. Excellenz werden aus diesem Berichte ersehen haben, wie mannigfach die Ergebnisse einer Arbeit sind, die mit vortrefflichen Instrumenten und Beharrlichkeit durchgeführt wurde. Sie zeigt, dass auf diesem Felde noch sehr viel zu erndten ist, und so lebe ich der Hoffnung, unter Ihrem Schutze noch ferner zur Erweiterung der Astronomie in Bezug auf die Systeme mehrfacher, durch Anziehung verbundener Sonnen beitragen zu können, um so mehr, da mir die Aussicht bevorsteht, nach kurzer Zeit mit Hülfsmitteln beobachten zu können, die selbst die, jetzt mir zu Gebot stehenden noch übertreffen werden, unterstützt von mehreren eifrigen Mitarbeitern,

denen das schöne Ziel gestellt ist, auf *Pulkowa*'s Sternwarte vereint zu wirken.

Indem ich nun noch die Bitte ausspreche, dass Sie, hochgebietender Herr Minister, diesen meinen Bericht gütig entgegennehmen mögen, verharre ich

ehrfurchtsvoll

Ew. Excellenz

gehorsamster Diener
W. STRUVE.

Geschrieben auf der Sternwarte zu Dorpat
im Januar 1837.

DRUCKFEHLER.

S.	8	Z. 2 v. u.	statt	32″ übersteigt	lies 32″ nicht übersteigt
S.	41	Z. 5 v. o.	„	fünfter Grösse	„ zehnter Grösse
S.	47	Z. 8 v. o.	„	Beobachtung	„ Betrachtung

7 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
ASTRONOMY, MATHEMATICS-
STATISTICS LIBRARY
This publication is due on the LAST DATE
stamped below.

MAY 13 1965
JUN 14 1965
MAY 20 1965
FEB 27 1967
MAR 25 '83 -12 PM

RB 17-60m-6,'59
(A2840s10)4188

General Library
University of California
Berkeley

PAMPHLET BINDER
Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.